

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
“Харківський політехнічний інститут”

Навчальна програма дисципліни

професійної та практичної підготовки

Прикладна теорія коливань

за спеціалізацією 05.01 “Озброєння та військова техніка”

напряму підготовки 6.050502 “Інженерна механіка”

РОЗГЛЯНУТО

На засіданні кафедри
колісних та гусеничних машин

Протокол № _____
від “___” _____ 2010 р.

Завідуючий кафедрою
доц. Волонцевич Д.О.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету
транспортного машинобудування

Протокол № _____
від “___” _____ 2010 р.

Декан факультету
проф. Єпіфанов В.В.

Харків 2010

1 Передмова

Учебна дисципліна "Прикладна теорія коливань" належить до спеціальних теоретичних курсів. Її програму складено з урахуванням того, що загальні відомості про коливальні процеси, основні поняття та визначення студентами отримані в курсах загальної фізики та теоретичної механіки. Курс складається з двох частин. Першу з них присвячено системам з скінченим числом ступенів свободи, а друга – системам з розподіленими параметрами. Такий поділ відповідає як класичній структурі курсів теорії коливань, так і прикладному характеру даної дисципліни. Основні теоретичні положення і ілюструються прикладами розв'язку задач з практики проектування та розрахунку транспортних машин.

Метою вивчення дисципліни є отримання студентами знань основ теорії коливань механічних систем, методів побудови їх дискретних та континуальних математичних моделей, методів розв'язку задач про вільні та вимушені коливання в транспортних машинах. Маючи вказані знання, студент повинен вміти складати диференціальні рівняння коливань простих механічних систем в звичайних та часткових похідних, визначати власні частоти та форми, розв'язувати задачі про вимушені коливання та аналізувати розв'зок на основі розуміння фізичної суті розглядуваних явищ та процесів. З метою більш твердого засвоєння матеріалу передбачено проведення циклу лабораторних та практичних занять, а також виконання курсової роботи.

Лабораторні роботи проводяться на спеціальних стендах в навчальній лабораторії та на комп'ютерах в обчислювальному центрі кафедри КГМ. Розрахункова робота "Розрахунок механічної системи на вільні та вимушені крутильні коливання" вміщує приведення моторно – трансмісійної системи до моделі зі скінченим числом ступенів свободи, визначення двох перших власних частот і форм крутильних коливань та розрахунок системи на вимушені коливання під дією однієї з головних гармонік в резонансному режимі.

Контроль знань здійснюється при проведенні модульних контрольних робіт та опитуванні під час лабораторних та практичних занять.

Самостійна робота є складовою частиною засвоєння матеріалу. Учебним планом передбачено 72 годин аудиторних та 97 годин самостійних занять (всього 169 години) студентів.

2 Зміст дисципліни

Модуль 1. Коливання систем з кінцевим числом ступенів свободи.

2.1 Розділ 1. Загальна теорія малих лінійних коливань систем з скінченим числом ступенів свободи

Тема 1.1 Роль точних наук в створенні нової техніки. Предмет теорії коливань, історія її розвитку, зв'язок з фундаментальними та прикладними дисциплінами. Класифікація коливань. Спільність математичного апарату при вивченні вібраційних процесів різної природи.

Тема 1.2 Види математичних моделей механічних систем. Припущення теорії лінійних коливань. Методи складання диференціальних рівнянь коливань. Рівняння Лагранжа 2-го роду в узагальнених координатах. Теореми про кінетичну та потенційну енергії малих коливань.

Тема 1.3 Диференціальні рівняння малих коливань в загальному вигляді, в прямій та зворотній формах.

Тема 1.4 Нормальні координати. Диференціальні рівняння малих коливань в нормальних координатах. Головні або власні коливання. Властивості власних коливань.

Тема 1.5 Рівняння частот. Форми коливань та їх властивості. Нормованість, ортогональність власних форм.

Тема 1.6 Вільні крутильні коливання трьохдискової системи. Власні частоти та форми.

Тема 1.7 Вимушені коливання. Динамічний гаситель коливань.

2.2. Розділ 2. Крутильні коливання багатомасової системи

Тема 2.1. Постановка задачі про приведення валопроводу до крутильної системи з "n" ступенями свободи. Розрахунок податливостей ділянок валопроводу. Податливість кривошипу. Розрахунок моментів інерції махових мас.

Тема 2.2 Приведений момент інерції шатуна та поршня. Приведення до розрахункового вигляду крутильної системи з шестеренчастими передачами. Метод залишку (Толле) розрахунку частот і форм вільних коливань багатодискової системи.

Тема 2.3 Побудова алгоритму розрахунку на ЕОМ вільних коливань багатодискової системи. Зведення задачі про вільні коливання до проблеми власних значень та векторів матриці.

Тема 2.4 Вимушені крутні коливання. Подання збуджуючого моменту у вигляді тригонометричного ряду. Можливі резонансні режими вимушених крутних коливань.

Тема 2.5 Робота збуджуючого моменту K-го порядку. Фазові діаграми.

Тема 2.6 Головні гармоніки. Розрахунок резонансних вимушених коливань.

Модуль 2. Коливання ділянок гусеничного обводу та обертових валів. Коливання нелінійних систем.

2.3 Розділ 3. Поздовжні та поперечні коливання ділянок гусеничного обводу. Критичні кутові швидкості валів, що обертаються

Тема 3.1 Коливання ділянок гусеничного обводу. Використання дискретних та континуальних моделей при вивченні коливань гусеничного обводу. Диференційні рівняння. Поздовжні коливання вільних ділянок гусениці.

Тема 3.2 Крайові умови і власні частоти поздовжніх коливань. Власні форми.

Тема 3.3 Вимушені поздовжні коливання. Метод Фур'є інтегрування диференційних рівнянь в часткових похідних.

Тема 3.4 Розв'язок рівняння поздовжніх коливань для випадку усталених вимушених коливань. Розв'язок задачі при збудженні, заданому в крайових умовах.

Тема 3.5 Поперечні коливання ділянок гусениці. Диференційне рівняння, крайові умови і власні частоти поперечних коливань. Власні форми.

Тема 3.6 Вимушені поперечні коливання робочої ділянки гусениці. Резонансні швидкості руху гусеничної машини.

Тема 3.7 Коливання обертових валів. Диференційне рівняння поперечних коливань обертового валу. Критичні швидкості обертання. Вплив гіроскопічних моментів на частоти власних коливань. Коливання багатомасового ротора.

2.4 Розділ 4. Коливання найпростіших нелінійних систем. Основні методи теорії нелінійних коливань

Тема 4.1 Загальні положення теорії нелінійних коливань. Вільні коливання нелінійних систем. Методи прямої та гармонійної лінеаризації.

Тема 4.2 Вимушені коливання нелінійної системи (метод Б.Г. Галеркіна). Амплітудно-частотна характеристика. Методи малого параметра.

Тема 4.3 Автоколивальні системи. Прикладні задачі автоколивань.

3 Розподіл навчального часу за розділами, темами та видами навчальних занять

Розділи, теми	Диференційні заліки	Кількість кредитів базового обсягу	РЕ,Р,РГ,НД, КР,КП,ДП,ІЗ		Аудиторні							
			Розрахункова робота	Кредити	Всього		Лекції		Лабораторний практикум		Практичні (се- мінари)	
1	2	3	4	4*	5	5*	6	6*	7	7*	8	8*
4 курс, 8 семестр												
Модуль 1. Коливання систем з кінцевим числом ступенів свободи												
Тема 1.1	—	2,25	Р	0,67	2	2,40	2	1,45		0,50		0,45
Тема 1.2	—				6		2		2			
Тема 1.3	—				6		2		4			
Тема 1.4	—				4		2		2			
Тема 1.5	—				2		2					
Тема 1.6	—				2		2					
Тема 1.7	—				8		2		2		4	
Тема 2.1	—				4		2				2	
Тема 2.2	—				2		2					
Тема 2.3	—				2		2					
Тема 2.4	—				2		2					
Тема 2.5	—				2		2					
Тема 2.6	—				2		2					
Модуль 2. Коливання ділянок гусеничного обводу та обертових валів. Коливання нелінійних систем												
Тема 3.1	—	1,75			2	1,40	2	1,15				0,25
Тема 3.2	—				2		2					
Тема 3.3	—				2		2					
Тема 3.4	—				2		2					
Тема 3.5	—				4		2				2	
Тема 3.6	—				2		2					
Тема 3.7	—				4		2				2	
Тема 4.1	—				2		2					
Тема 4.2	—				2		2					
Тема 4.3	—				2		2					
Всього на курс **	—		4	Р	0,67		68		3,80	48	2,60	

Продовження табл.

Самостійна робота (годин)				Загальний обсяг годин	Загальний обсяг кредитів ECTS
Забезпечення аудиторних занять	Забезпечення семестрового контролю	Забезпечення індивідуальних завдань	Забезпечення НДРС		
9	10	11	12	13	14*
4 курс, 7 семестр					
Модуль 1. Коливання систем з кінцевим числом ступенів свободи					
20	14	14	7	100	2,25
Модуль 2. Коливання ділянок гусеничного обводу та обертових валів. Коливання нелінійних систем					
16	10	10	5	65	3,25
36	25	24	12	165	4,69

* – навантаження у кредитах

** – витрати часу для виконання контрольних робіт складають 4 год / 0,2 кред

4. Перелік рекомендованих лабораторних і контрольних робіт

Семестр	Номер та назва лабораторної або контрольної роботи	Кількість годин
8	1. Амплітудно-частотна характеристика одномасової системи (ПК)	2
8	2. Вимушені коливання двомасової системи (ПК)	2
8	3. Динамічний гаситель коливань.	2
8	4. Дослідження крутильних коливань одномасової системи	2
8	5. Дослідження поперечних коливань балки, що навантажена зосередженою масою.	2
8	6. Визначення критичної швидкості обертання прямого валу з диском	3
8	7. Модульна контрольна робота №1: “Коливання систем з кінцевим числом ступенів свободи ”	2
8	8. Модульна контрольна робота №2: “ Коливання ділянок гусеничного обводу та обертових валів. Коливання нелінійних систем”	2

4. Інформаційно-методичне забезпечення

1. Бабаков І.М. Теорія коливань. М., "Наука", 1968 (рос. мов.).
2. Маслов Г.С. Розрахунки коливань валів. М., "Машинобудування", 1968 (рос. мов.).
3. Пановко Я.Г. Введення в теорію механічних коливань. М., "Наука", 1980 (рос. мов.).
4. Александров Є.Є. та ін. Коливання в транспортних машинах. Київ, "Віпол", 1996 (рос. мов.).
5. Тимошенко С.П. Коливання в інженерній справі. М. Фізматвид, 1969 (рос. мов.).
6. Платонов В.Ф. Динаміка та надійність гусеничного рушія. М., "Машинобудування", 1973 (рос. мов.).
7. Методичні вказівки до курсової роботи "Розрахунок механічної системи на вільні та вимушені крутильні коливання" по курсу "Прикладна теорія коливань" для студентів спеціальності 0534 "Колісні та гусеничні машини", Харків, ХДПУ, 1982 (рос. мов.).
8. Світлицький В.А., Стасенко І.В. Збірник задач з теорії коливань. М., Мещерський І.В. Збірник задач з теоретичної механіки. М., "Наука", 1976 (рос. мов.).

9. Дідковський В.С., Маркелов П.О. Шум і вібрація. Київ, "Вища школа", 1995.
10. ГОСТ 12.1.012 – 78.
11. Методичні вказівки до лабораторних робіт по курсу "Прикладна теорія коливань" для студентів спеціальності 15.06 "Гусеничні та колісні машини". Харків, ХДПУ, 1990 (рос. мов.).

5. Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

Курси, які забезпечують	Зміст розділу	Час у годинах					Курси, які забезпечуються
		Всього	Лекції	Лаб.	Пр.	СРС	
Модуль 1							
Математика, фізика, теоретична механіка, деталі машин, інформатика конструкції ГKM, опір матеріалів	Загальна теорія малих лінійних коливань систем з скінченим числом ступенів свободи	44	28	10	8	63	Конструювання та розрахунок транспортних засобів. Спеціальні питання теорії транспортних засобів. Кваліфікаційна робота бакалавра Дипломний проект спеціаліста
Модуль 2							
Математика, фізика, теоретична механіка, деталі машин, інформатика конструкції ГKM, опір матеріалів	Коливання ділянок гусеничного обводу та обертових валів. Коливання нелінійних систем	24	20	–	4	34	Конструювання та розрахунок транспортних засобів. Спеціальні питання теорії транспортних засобів. Кваліфікаційна робота бакалавра Дипломний проект спеціаліста
		68	48	10	12	97	

